

Family list

1 application(s) for JP2003282267

1. LIGHT EMITTING DEVICE

Inventor: IDE NOBUHIRO ; KIDO JUNJI (+4)

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD ; KIDO
JUNJI

EC:

IPC: H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; (+5)

Publication info: JP2003282267 (A) --- 2003-10-03

Data supplied from the *esp@cenet* database ---

LIGHT EMITTING DEVICE

Publication number: JP2003282267 (A)

Publication date: 2003-10-03

Inventor(s): IDE NOBUHIRO; KIDO JUNJI; TSUBAKI KENJI; KONDO YUKIHIRO; KISHIGAMI YASUHISA; KONO KENJI

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD, KIDO JUNJI

Classification:

- international: H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; (IPC1-7): H05B33/14; H05B33/22

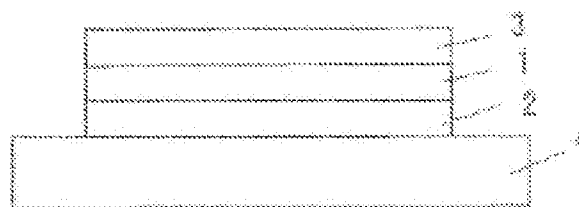
- European:

Application number: JP20020081856 20020322

Priority number(s): JP20020081856 20020322

Abstract of JP 2003282267 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting device favorably providing reproducibility by reducing variations of such as luminous characteristics and luminescent color tone by dispensing with processes such as introduction of a very small amount of guest material to a host material and stacking ultra-thin films. ; SOLUTION: This light emitting device is formed by providing an organic luminescent layer between an anode and a cathode. The organic luminescent layer is formed by including an organic compound controlling a luminescence and a carrier transport auxiliary, a ratio of the organic compound, which controls the luminescence, occupying the organic luminescent layer is not less than 20 mol% and not more than 99.9 mol%, and the energy gap of the carrier transport auxiliary is larger than the energy gap of the organic compound controlling the luminescence. ; COPYRIGHT: (C)2004,JPO



- 1 有機発光層
- 2 アノード
- 3 カソード
- 4 基板

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-282267

(P2003-282267A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	特許庁 (参考)
H 0 5 B	33/14	H 0 5 B	B 3 K 0 0 7
	33/22	33/22	A
			C

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-81858 (P2002-81858)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(71) 出願人 000095832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(71) 出願人 501231510

城戸 淳二

山形県米沢市林泉寺3-12-18

(72) 発明者 井出 伸弘

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工

株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 憲清 (外1名)

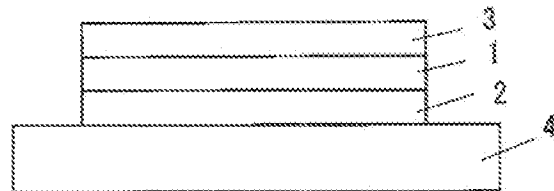
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 ホスト材料への微量のゲスト材料の導入や、超薄膜の積層という工程を不要にすることで、発光特性や発光色調などの変動を小さくして、再現性を良好に得ることができる発光素子を提供する。

【解決手段】 アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子に関する。有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル%以上99.9モル%以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きい。



- 1 有機発光層
- 2 アノード
- 3 カソード
- 4 基板

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子において、有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル%以上99.9モル%以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とする発光素子。

【請求項2】 発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項4】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項5】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもが電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項6】 発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項7】 発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項8】 発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項9】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項10】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項11】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれた2種以上のものを併用することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項12】 発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値の関係が、 $-1.1 < I P_{car} - I P_{em} < 0.3$ （発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を $I P_{em}$ 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を $I P_{car}$ とする）の関係を満たすことを特徴とする請求項3、4、7～11のいずれかに記載の発光素子。

【請求項13】 発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値とキャリア輸送助剤の電子親和力の値の関係が、 $-0.3 < E A_{car} - E A_{em} < 1.1$ （発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値を $E A_{em}$ 、キャリア輸送助剤の電子親和力の値を $E A_{car}$ とする）の関係を満たすことを特徴とする請求項2、5、6、8～11のいずれかに記載の発光素子。

【請求項14】 発光をつかさどる有機化合物が、その分子内に発光をつかさどる部位とキャリア輸送能を持つ部位とを有するものであることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の発光素子。

【請求項15】 1層の有機発光層を備えて形成されることを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の発光素子。

【請求項16】 2層以上の有機発光層を備えて形成されることを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の発光素子。

【請求項17】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていることを特徴とする請求項15又は16に記載の発光素子。

【請求項18】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接して電子輸送層が形成されていることを特徴とする請求項15又は16に記載の発光素子。

【請求項19】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接してホールブロック層が形成されていることを特徴とする請求項15又は16に記載の発光素子。

【請求項20】 ホール輸送性の有機発光層と電子輸送性の有機発光層の間にホールブロック層が形成されていることを特徴とする請求項16乃至19のいずれかに記載の発光素子。

【請求項21】 発光色が白色であることを特徴とする請求項1乃至20のいずれかに記載の発光素子。

【請求項22】 有機発光層が、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる2層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる発光をつかさどる有機化合物を複数種含有する1層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなるものが並列配置された有機発光層、のいずれかであることを特徴とする請求項21に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラットパネルディスプレイ、液晶表示機用バックライト、照明光源等に用いられる発光素子に関するものであり、さらに詳しくは、発光をつかさどる特定の有機化合物とキャリア輸送助剤とを生成成分として含有する有機発光層を備えて形成される有機電界発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】フラットパネルディスプレイ、液晶表示機用バックライト、照明用光源等に用いられる発光体は、フラットパネルディスプレイの薄型化、液晶表示機を備える電子機器の小型化や薄型化のため、あるいは形状の自由化等のために、薄く軽量であり、また同時に高効率であることが近年ますます要求されるようになっていく。

【0003】これまでに、蛍光物質に電圧を印加することによって自己発光する発光素子が種々提案されており、その利用には大いなる注目が集められている。この発光素子は有機発光素子と無機発光素子に分類されるが、特に有機発光素子が低電圧で高輝度に発光することは、イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによって初めて示された(Appl. Phys. Lett., 51, 12, 913 (1987))。これ以降、有機発光素子は電池など10V程度の低電圧で100~100000 cd/m²程度の高輝度の発光が可能なこと、蛍光物質を構成する材料の組み合わせで多色発光が可能なこと、非常に薄い面発光体として使用可能なこと等々から、産業界で特に注目されている。

【0004】有機発光素子は、アノード/有機発光層/カソードからなる層構成を基本とし、これにホール注入層、ホール輸送層、電子輸送層、ホールブロック層、電子注入層等の各特性を有する層を適宜設けることによって構成されている。ここで、ホール注入層はアノードからのホール注入を容易にする機能を、ホール輸送層は有機発光層へホールを輸送する機能を主として有している。また電子注入層はカソードからの電子注入を容易にする機能を、電子輸送層は有機発光層へ電子を輸送する機能を主として有している。また、有機発光層としては、単独で発光する材料からなるもの、あるいは蛍光色素をホスト材料にごく微量ドーピングしてその色素からの発光を得るものなどが主として用いられている。いずれの場合においても、有機発光層を形成する化合物は、ホール輸送性を有するもの、電子輸送性を有するもの、または両者の輸送性を有するバイポーラ性のものから、任意に選択して使用することができる。これらの層は必ずしも全てが設けられる必要はなく、発光素子の特性や、使用する材料の組み合わせ等に応じて適宜選択して使用することができる。

【0005】上記のように有機発光層には種々の発光材料を用いることができるが、単一の材料で有機発光層を形成した場合、一般に発光効率が低いことが知られている。例えば電子輸送材料兼発光材料としてよく知られているトリス(8-キノリラート)アルミニウム(Alq3)は、それ単独で電子輸送性の有機発光層を形成することができるが、その量子効率が低いことはよく知られている。また希薄溶液中で100%近い蛍光量子効率を示すレーザ色素に代表されるような有機色素においては、有機発光層の薄膜中では添加量が増大するとともに

蛍光分子間の相互作用に起因した失活、すなわち濃度消滅が大きくなり、得られる発光の強度が小さくなることが多い。

【0006】これを解決する手段として、種々の報告において、ホスト材料からなる層上に発光材料を数Å程度の超薄膜として積層し、これらの層を合わせて有機発光層とする方法が提案されている。

【0007】一方、特許第2814435号公報(公知例1という)には、ホール及び電子の両方の注入を持続することができる有機質ホスト材料に、ホール・電子再結合に応答して光を放射することができるゲスト材料を少量、具体的にはホスト材料物質のモル数を基準にして1モル%以下、最大でも約10モル%以下導入する方法が提案されている。また、特開平7-320872号公報(公知例2という)には、基板を加熱した状態においてホスト材料からなる層上にゲスト材料を薄く積層することでゲスト材料をホスト材料中に拡散させることによって、良好な発光効率を実現することが提案されている。さらに特開2000-150151号公報(公知例3)には、ホスト材料の層を形成した後に発光材料を数Å程度の超薄膜としてさらに積層し、次いでアセトン等の流体蒸気等によって発光材料をホスト材料層中に拡散させることによって、良好な発光効率を実現することが提案されている。これらの方法は、発光材料をホスト材料中に分散することで、発光材料間の分子間相互作用を抑制し、相互作用に起因する失活を減少させるようなものであり、発光効率の向上や発光素子の耐久性を向上させるための手法として精力的に検討されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の公知例1の方法では、発光の色調や効率にムラのない発光素子を再現良く作製するためには、微量のゲスト材料をホスト中に導入する共蒸着の工程が必要となるが、この工程におけるゲスト材料の導入量のコントロールは、ゲスト材料の蒸着速度をホスト材料の蒸着速度の数十分の一から数百分の一に厳密にコントロールする必要があり、特に工業生産における再現性を考えた場合、再現性を十分に確保することは非常に難しい。特に、数種のゲスト材料を同一の有機発光層にドーピングする場合、あるいはゲスト材料をドーピングした有機発光層を数層積層して混色化や白色化を試みる場合には、ゲスト材料の添加量が極めて少なくなり、かつ同じ操作を複数回繰り返す必要が生じるため、発光色度の再現性を得ることはより困難となる。また、公知例2や公知例3などの超薄膜積層法の手法では、現実的な膜厚制御の精度を考慮すると、発光材料の数Å程度の非常に薄い膜の厚みをコントロールすることは、公知例1の場合と同程度に難しく、結果として、発光の色調や効率を精度良く再現することは困難である。

【0009】よって、上記のいずれの方法にあっても、

発光素子の量産化において、特に発光の大面积化を実施する場合、全発光面において発光の色調や効率の良好な再現性を達成するのは難しいという問題を有するものであった。

【0010】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、ホスト材料への微量のゲスト材料の導入や、超薄膜の積層という工程を不要にすることで、発光特性や発光色調などの変動を小さくして、再現性を良好に得ることができる発光素子を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記の目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、有機発光層を、発光をつかさどる有機化合物と、キャリア輸送助剤とで形成することによって、上記の目的を達成できることを見出して、本発明の完成に至ったものである。

【0012】すなわち、本発明の請求項1に係る発光素子は、アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子において、有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル%以上99、9モル%以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とするものである。

【0013】また請求項2の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0014】また請求項3の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0015】また請求項4の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれかがホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0016】また請求項5の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれかが電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0017】また請求項6の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0018】また請求項7の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0019】また請求項8の発明は、請求項1におい

て、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0020】また請求項9の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0021】また請求項10の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれかがバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0022】また請求項11の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれる2種以上のものを併用することを特徴とするものである。

【0023】また請求項12の発明は、請求項3、4、7～11のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値の関係が、 $-1.1 < I_{Pc} - I_{Pm} < 0.3$ （発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を I_{Pm} 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を I_{Pc} とする）の関係を満たすことを特徴とするものである。

【0024】また請求項13の発明は、請求項2、5、6、8～11のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値とキャリア輸送助剤の電子親和力の値の関係が、 $-0.3 < E_{Ac} - E_{Am} < 1.1$ （発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値を E_{Am} 、キャリア輸送助剤の電子親和力の値を E_{Ac} とする）の関係を満たすことを特徴とするものである。

【0025】また請求項14の発明は、請求項1乃至13のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物が、その分子内に発光をつかさどる部位とキャリア輸送能を持つ部位とを有するものであることを特徴とするものである。

【0026】また請求項15の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、1層の有機発光層を備えて形成されることを特徴とするものである。

【0027】また請求項16の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、2層以上の有機発光層を備えて形成されることを特徴とするものである。

【0028】また請求項17の発明は、請求項15又は16において、有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていることを特徴とするものである。

【0029】また請求項18の発明は、請求項15又は

16において、有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接して電子輸送層が形成されていることを特徴とするものである。

【0030】また請求項19の発明は、請求項15又は16において、有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接してホールブロック層が形成されていることを特徴とするものである。

【0031】また請求項20の発明は、請求項16乃至19のいずれかにおいて、ホール輸送性の有機発光層と電子輸送性の有機発光層の間にホールブロック層が形成されていることを特徴とするものである。

【0032】また請求項21の発明は、請求項1乃至20のいずれかにおいて、発光色が白色であることを特徴とするものである。

【0033】また請求項22の発明は、請求項21において、有機発光層が、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる2層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる発光をつかさどる有機化合物を複数種含有する1層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなるものが並列配置された有機発光層、のいずれかであることを特徴とするものである。

【0034】ここで、イオン化ポテンシャルとは、真空単位に対する有機物質の価電子帯準位を表す値の絶対値に相当し、電子親和力とは、真空単位に対する有機物質の伝導帯準位を表す値の絶対値に相当する。またエネルギーギャップは、イオン化ポテンシャルと電子親和力との差として表される値である。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0036】本発明に係る発光素子は、例えば図1に示すように、有機発光層1をアノード2とカソード3の間に備えた構成を基本とするものであり、有機発光層1を発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤とから形成するようにしたものである。図1において4はガラス等で形成される基板である。

【0037】本発明において、有機発光層に含有される有機化合物は、有機発光層を構成する成分の20%以上99.9%以下であるときに、この範囲未満やこの範囲を超える場合に比して発光効率が向上するか、もしくは著しい発光効率低下を示さないものが用いられるものであり、例えばアントラセン、ナフタレン、ピレン、テトラセン、コロネン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、トリス(8-ヒドロキシキノリナール)

ト)アルミニウム錯体、トリス(4-メチル-8-キノリナール)アルミニウム錯体、トリス(5-フェニル-8-キノリナール)アルミニウム錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、トリ-*p*-ターフェニル-4-イル)アミン、1-アリール-2,5-ジ(2-チエニル)ピロール誘導体、ピラン、キナクリドン、ルブレン、ジスチリルベンゼン、ジスチリルアリレン、フェニルアントラセン、ナフタセン、スチリルアミン等、ならびにこれらの誘導体、及び、これらの誘導体からなる部位を化合物内に有する化合物から、上記の基準に基づいて選択して使用することができるものである。

【0038】前記の誘導体からなる部位を化合物内に有する有機化合物としては、特に制限されるものではないが、例えば発光をつかさどる部位とキャリア輸送性部位、すなわち後述のホール輸送性/電子輸送性/バイポーラ性の少なくとも一つの材料として示す化合物が同一の分子中に存在しているものを用いることができるものであり、特開平11-144870号公報に示されるペリレン系誘導体、特開2001-237076号公報等に示されるスチリル基を分子内の一部分に有するアミノアリレン誘導体、特開2001-52870号公報に示されるフェニルアントラセン誘導体等を例示することができる。これらの有機化合物は、ホール輸送性、電子輸送性、あるいはホールおよび電子の輸送性を有するバイポーラ性のいずれの性質を有するものであってもよい。また上記の有機化合物に代表される蛍光色素由来の有機化合物のみならず、三重項状態からの発光が可能な発光材料も好適に用いることができる。

【0039】有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合は上記のように20モル%以上99.9%以下である。この割合が20モル%未満であると、発光素子を作製する際に例えば共蒸着などの手法で有機発光層を形成するにあたって、有機発光層中に占める発光成分の含有率を厳密にコントロールすることが困難になるため、得られた発光素子の発光の色調や効率等の再現性が低下するおそれがある。またこの割合が99.9%を超えて100モル%になると、有機発光層の発光部位の相互作用や凝集等に起因して発光効率の低下がみられることがある。有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合はこの20モル%以上99.9%以下の間の中でも、20~90モル%の範囲が好ましい。有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合が90モル%を超えると、キャリア輸送助剤の割合が少なくなり、キャリア輸送助剤を有機発光層に含有させることによって発光効率向上の効果が得られ難くなるためである。

【0040】そしてこのように発光をつかさどる有機化合物の割合が20モル%以上99.9%以下であることから、共蒸着の工程における有機発光層の組成のず

れの許容範囲が広く、従って蒸着速度のコントロール精度の許容範囲は、少量のゲスト発光材料をホスト材料に共蒸着する場合に比して、広くなる。このために、発光素子を作製する際の再現性を大幅に向上することが可能になるものであり、特に工業的な観点、例えば大量生産あるいは発光の大幅増大を考慮した場合にはより有利になるものである。

【0041】また本発明において有機発光層には、その構成の成分として、発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを持つキャリア輸送助剤が含有されている。キャリア輸送助剤は電子やホールを輸送する能力を有するものであり、有機発光層における電子とホールの再結合確率を高めることができるものである。このキャリア輸送助剤としては、特に限定されるものではないが、例えば、後述するホール注入層用材料、電子注入層用材料、バイポーラ性材料として一般的に用いられる材料から適宜選択して使用することができる。キャリア輸送助剤として、発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも小さいエネルギーギャップしか持たないものを用いると、発光をつかさどる有機化合物からキャリア輸送助剤へのエネルギー移動によって、キャリア輸送助剤が発光することがあるので望ましくない。

【0042】発光をつかさどる有機化合物やキャリア輸送助剤はそれぞれ、ホール輸送性、電子輸送性、バイポーラ性のものから選択して用いることができるものである。そして発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤の組み合わせは、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がホール輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、かつキャリア輸送助剤がホール輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がバイポーラ性である場合、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がバイポーラ性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、かつキャリア輸送助剤がバイポーラ性である場合を挙げることができ、さらに発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、この有機化合物に対して、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれる2種以上のものを併用する場合を挙げることが

できる。

【0043】上記のように発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤は任意の組み合わせで用いることができるが、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性である場合、キャリア輸送助剤としては、電子輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤、もしくはそのホール移動度が発光をつかさどる有機化合物のホール移動度以上であるホール輸送性のキャリア輸送助剤を用いることが好ましい。また発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性である場合、キャリア輸送助剤としては、ホール輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤、もしくはその電子移動度が発光をつかさどる有機化合物の電子移動度以上である電子輸送性のキャリア輸送助剤を用いることが好ましい。特に、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性である場合には、電子輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤を組み合わせて用いるのが好ましく、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性である場合には、ホール輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤を組み合わせて用いるのが好ましい。これらの組み合わせを選択することによって、有機発光層における電子とホールの再結合確率がより向上し、良好な発光効率の発光素子を得ることができるものである。

【0044】そしてキャリア輸送助剤がホール輸送性又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤である場合、発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値（単位eV）とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値（単位eV）の関係が、 $-1.1 < I P_{c a r r i e r} - I P_{e m} < 0.3$ （ここで、発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を $I P_{e m}$ 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を $I P_{c a r r i e r}$ とする）の関係を満たすように、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を選択して用いるのが好ましい。

【0045】またキャリア輸送助剤が電子輸送性またはバイポーラ性のキャリア輸送助剤である場合、発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値（単位eV）とキャリア輸送助剤の電子親和力の値（単位eV）の関係が、 $-0.3 < E A_{c a r r i e r} - E A_{e m} < 1.1$ （ここで、発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値を $E A_{e m}$ 、キャリア輸送助剤の電子親和力の値を $E A_{c a r r i e r}$ とする）の関係を満たすように、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を選択して用いるのが好ましい。

【0046】これら二つの条件のいずれか一方あるいは同時に両方を満たすことによって、有機発光層へのキャリア注入障壁を低減することができ、有機発光層においてホール及び/又は電子が発光をつかさどる有機化合物に効率よく注入され、発光特性を向上させることができるものである。また、キャリア輸送助剤を含有する有

有機発光層がそれ全体でホール輸送性を示す場合、有機発光層のカソード側にホールブロック層を設けることが、発光効率向上の点で好ましい。

【0047】尚、J. Phys. D: Appl. Phys., 33, 760 (2000)には、ホール輸送性材料と電子輸送性材料を混合したいわゆる有機アロイ層を設け、異種材料が接合する界面をなくす方法が記載されている。具体的な素子構成としては、アノード/a-NPD/a-NPDとAlq3の混合層/Alq3/LiF/カソードの素子構成が記載されている。また特開2001-52870号公報には、電子輸送性化合物とホール輸送性化合物を相当の割合で混合し、さらに発光をつかさどるゲスト材料をドーピングして用いる方法が記載されている。具体的には、アノード/ホール注入層/ホール輸送材料からなるホール輸送層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント1からなる発光層/電子輸送性材料からなる電子輸送層/電子注入層/カソードの素子構成や、アノード/ホール注入層/ホール輸送材料からなるホール輸送層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント1からなる発光層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント2からなる発光層/電子輸送性材料からなる電子輸送層/電子注入層/カソードの素子構成が記載されている。上記の素子構成からも明らかのように、これらの方法は、ホール輸送層と電子輸送層との間にホール輸送性材料と電子輸送性材料の混合層を設け、層間の界面をなくすことによる素子の安定化を図ったものであり、キャリア輸送助剤を用いることによって有機発光層自体の発光性の改良を實現するようにした本発明とは本質的に異なるものである。

【0048】次に、本発明の発光素子の素子構成について説明する。本発明では有機発光層が上記のものである限り、発光素子の素子構成は任意に設計することが、例えば次のような素子構成に成形するのが好ましい。すなわち、図2に示すように、有機発光層1のアノード2側に隣接してホール輸送層5を形成した素子構成に形成することができる。また図3に示すように、有機発光層1のアノード2側に隣接してホール輸送層5を形成すると共に、有機発光層1のカソード3側に隣接して電子輸送層6を形成した素子構成に形成することができる。また図4に示すように、有機発光層1のアノード2側に隣接してホール輸送層5を形成すると共に、有機発光層1のカソード3側に隣接してホールブロック層7を形成した素子構成に形成することができる。さらに図5に示すように、有機発光層1をホール輸送性の有機発光層1aと電子輸送性の有機発光層1bで形成する場合、ホール輸送性の有機発光層1aと電子輸送性の有機発光層1bの間にホールブロック層7を形成した素子構成に形成することができる。図2～図5には、有機発光層1とそのアノード2側やカソード3側に隣接する層について示したが、これらに加えて、ホール注入層、電子注入層、ホー

ルブロック層など異なる性質を有する層を適宜追加配置することも可能である。

【0049】また、有機発光層1は、図1に示すように1層だけ設ける場合の他に、図6に示すように2層以上の複数を設けることもできる。有機発光層1を2層以上設ける場合、総ての有機発光層1が本発明にかかる構成のものであってもよいが、少なくとも1層の有機発光層1が本発明にかかる構成のものであれば、他の有機発光層1は公知のノンドープあるいは発光材料のホスト材料へのドーピングによって得られるものであってもよい。

【0050】そして有機発光層1を1層だけ設ける場合、発光をつかさどる有機化合物としてその発光色が、青と黄、青緑と橙などのように補色の関係を有するもの2種類、あるいは赤と青と緑のように光の三原色のもの3種類を組み合わせて有機発光層1を形成することによって、白色発光させることができるものである。

【0051】また、有機発光層1を2層以上設ける場合、有機発光層1の発光色が、青と黄、青緑と橙などのように補色の関係を有するものを2層積層し、あるいは赤と青と緑のように光の三原色のもの3層を積層することによって、白色発光させることができるものである。

【0052】さらに、図7に示すように、有機発光層1をアノード2とカソード3の間に複数並列して配置するにあたって、有機発光層1の発光色が、青と黄、青緑と橙などのように補色の関係を有するもの2種類を並列配置し、あるいは赤と青と緑のように光の三原色のもの3種類を並列配置することによって、白色発光させることができるものである。

【0053】上記の発光素子に使用される材料のうち、アノード、カソード、ホール輸送層、電子輸送層、ホールブロック層などには、従来から使用されているものをそのまま用いることができる。

【0054】上記のアノードは、素子中にホールを注入するための電極であり、このアノードとしては、仕事関数の大きい金属、合金、電気伝導性化合物、あるいはこれらの混合物からなる電極材料を用いるのが好ましく、特に仕事関数が4 eV以上の電極材料を用いるのが好ましい。このような電極材料としては、具体的には、金などの金属、CuI、ITO（インジウムスズ酸化物）、SnO₂、ZnO、IZO（インジウム亜鉛酸化物）等の導電性透明材料があげられる。例えばこれらの電極材料を基板の表面に真空蒸着法やスパッタリング法等の方法で成膜することによって、アノードを薄膜として作製することができる。有機発光層における発光をアノードを透過させて基板から外部に照射する場合に、アノードの光透過率を70%以上にするのが好ましい。また、アノードのシート抵抗は数百Ω/□以下であることが好ましく、特に100Ω/□以下であることが好ましい。さらにアノードの膜厚は、アノードの光透過率、シート抵抗等の特性を上記のように制御するため

に、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、より好ましくは10~200nmの範囲である。

【0055】また上記のカソードは、有機発光層中に電子を注入するための電極であり、このカソードとしては、仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物からなる電極材料を用いることが好ましく、仕事関数が5eV以下の電極材料を用いるのが好ましい。このような電極材料としては、アルカリ金属、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ金属の酸化物、アルカリ土類金属、希土類等や、これらと他の金属との合金などを用いることができるものであり、例えばナトリウム、ナトリウム、カリウム、リチウム、セシウム、マグネシウム、マグネシウム-銀混合物、マグネシウム-インジウム混合物、アルミニウム-リチウム合金、Al/LiF混合物などを例として挙げることができる。これらの他にアルミニウム、Al/Al₂O₃混合物なども使用可能である。またITO、IZOなどに代表される透明電極でカソードを作製し、有機発光層で発光した光をカソードの側から取り出す構成に形成するようにしてもよい。さらに、カソードと有機発光層の界面にリチウム、ナトリウム、カリウム、セシウム、カルシウム等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、あるいは希土類元素等からなる薄膜を形成したり、カソードと界面を形成する有機発光層にこれらの金属や希土類元素等をドーブしてもよい。

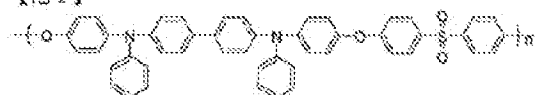
【0056】カソードは、例えば上記の電極材料を、真空蒸着法やスパッタリング法等の方法により、薄膜に形成することによって作製することができる。有機発光層における発光をアノードの側から取り出すためには、カソードの光透過率を10%以下にすることが好ましい。また、透明電極でカソードを形成してカソードの側から光を取り出す場合には、カソードの光透過率を70%以上にすることが好ましい。ここで、カソードの膜厚は、カソードの光透過率等の特性を上記のように制御するために、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、好ましくは100~200nmの範囲とするのがよい。また、カソード金属の形成の際、蒸発源からの熱輻射の影響を抑えるためには、さらに薄い50~100nmの範囲とするのがよい。蒸着速度を速くした場合、この厚みはより厚くても構わない。さらに好ましくは厚みを25~50nmの範囲とするのがよい。何故ならば、発光面積が大きくなると、短絡による発光停止という問題が生じ易くなるが、カソード金属の膜厚を薄くすることにより、短絡部分のカソード金属が短絡時の刺激により取り除かれ、その部分のみが光らなくなるオープンモードとなり、発光部分全体の発光停止という不良を抑えることができるのである。さらにカソードの上にAl等の金属をスパッタで積層したり、フッ素系化合物、フッ素系高分子、その他の有機分子など

高分子を、蒸着、スパッタ、CVD、プラズマ重合、塗布した後紫外線硬化させる方法、熱硬化、その他の方法で形成することも可能である。あるいは金属膜や樹脂フィルム等を任意の方法で貼付するようにしてもよい。

【0057】また、ホール輸送層（あるいはホール注入層）を構成する材料としては、ホールを輸送する能力を有し、アノードからのホール注入効果を有するとともに、有機発光層に対して優れたホール注入効果を有し、さらに電子のホール輸送層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物を挙げることができる。具体的にはフタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-(1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミン(TPD)や4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル(a-NPD)等の芳香族ジアミン化合物、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾロン、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、テトラヒドロイミダゾール、ポリアリーールアルカン、ブタジエン、4, 4', 4"-トリリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)、4, 4'-N, N'-ジカルバゾールビフェニル(CBP)及びポリビニルカルバゾール、ポリシラン、ポリエチレンジオキサイドチオフェン(PEDOT)、PTPDES([化1])等の高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0058】

【化1】



【0059】また電子輸送層（あるいは電子注入層）を構成する電子輸送材料としては、電子を輸送する能力を有し、カソードからの電子注入効果を有するとともに、有機発光層に対して優れた電子注入効果を有し、さらにホールの電子輸送層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物を挙げることができる。具体的には、フルオレン、バソフェナントロリン、バソクプロイン、アントラキノジメタン、ジフェノキノン、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、アントラキノジメタン、4, 4'-N, N'-ジカルバゾールビフェニル(CBP)等やそれらの化合物、金属錯体化合物もしくは含窒素五員環誘導体を挙げることができる。上記の金属錯体化合物としては、具体的には、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリ(2-メチル-8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリ(8-ヒドロキシキノリナート)ガリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ベリリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]

キノリナート) 照給、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(o-クレゾラート) ガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(1-ナフトラート) アルミニウム等があるが、これらに限定されるものではない。また上記の含窒素五員環誘導体としては、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾールもしくはトリアゾール誘導体が好ましい。具体的には、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサゾール、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-チアゾール、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、2-(4'-ter-1-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、2, 5-ビス(1-ナフチル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、1, 4-ビス[2-(5-フェニルチアジアゾール)] ベンゼン、2, 5-ビス(1-ナフチル)-1, 3, 4-トリアゾール、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-ter-1-ブチルフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール等があるが、これらに限定されるものではない。さらに、ポリマー有機発光素子に使用されるポリマー材料も使用することができる。例えば、ポリパラフェニレン及びその誘導体、フルオレン及びその誘導体等である。

【0060】電子輸送層は主として上記の電子輸送性材料によって形成されるが、さらにアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類を電子輸送性材料にドーピングして形成してもよい。例えばセシウムをバソフェナントロリンにモル比1:1の割合でドーピングして電子輸送層を形成したものを挙げることができる。

【0061】また、ホールブロック層の材料としては、バソプロリンやバソフェナントロリンなどを挙げることができる。

【0062】さらに上記の基板としては、有機発光層で発光された光が基板を通して出射されるものである場合には、光透過性を有するものを使用されるが、無色透明のものの他に、多少着色されているものや、スリガラス状のものであってもよい。例えば、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどの透明ガラス板、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、エポキシ樹脂、フッ素系樹脂などの樹脂から任意の方法で作製されたプラスチックフィルムやプラスチック板などを用いることができる。またさらに、基板内に基板の母材と屈折率の異なる粒子、粉体、泡等を含有することによって、光拡散効果を有するものを使用することも可能である。また、有機発光層で発光された光を基板を通さずに出射させる場合には、基板は必ずしも光透過性を有するものでなくてもかまわない。そして発光素子の発光特性、寿命特性等を損なわない限り、任意の基板を用いることができるものであり、特に通電時の発光素子の発熱による温度上昇を低減するために、熱伝導性の高い基板を用いることもできるものである。

【0063】

【実施例】次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

【0064】尚、使用した材料のエネルギーギャップ、イオン化ポテンシャル(IP)、電子親和力(EA)の値を表1にまとめて示す。また各実施例及び各比較例の素子の構成内容及び発光効率の測定結果を表2~4にまとめて示す。発光効率は発光素子の輝度0.1cd/m²以上における最大視感効率を算出したものである。

10 【0065】(実施例1) 基板4として、厚み0.7mmの透明ガラス板を用い、この基板4の一方の表面に、ITO(インジウムスズ酸化物)をスパッタしてシート抵抗7Ω/□の透明電極からなるアノード2を形成した。そしてこれをアセトン、純水、イソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄した後、乾燥させた。

20 【0066】次に、この基板4を真空蒸着装置にセットし、1×10⁻⁵Torr(1.33×10⁻³Pa)の減圧下、4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-α-NPDと略す]を4000Å厚に蒸着し、アノード2の上にホール輸送層5を形成した。

【0067】次に、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物としてペリレンを発光部位として有し、IPが5.4eV、EAが3.1eVの化合物A、キャリア輸送助剤としてトリス(8-キノリラート)アルミニウム(Alq3)をモル比50:50の割合で400Å厚に共蒸着し、有機発光層1を形成した。

30 【0068】次に、有機発光層1の上にAlq3を200Å厚に蒸着し、電子輸送層6を形成した。尚上記の各有機化合物を蒸着する際の蒸着速度はいずれも1~2Å/sに設定した。

【0069】さらにこの上に、LIPを5Å厚に蒸着し、次いでアルミニウムを10Å/sの蒸着速度で1000Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図3に示すような素子構成の発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大視感効率は、印加電圧4.5V、輝度10cd/m²において7lm/Wであった。また上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

40 【0070】(実施例2) ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様に行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物としてAlq3、キャリア輸送助剤として4, 4'-N, N'-ジカルバゾールビフェニル(CBP)をモル比50:50の割合で400Å厚に共蒸着し、有機発光層1を形成するようにした次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50:50の割合で200Å厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

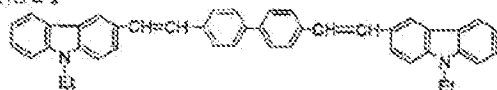
50 【0071】さらにこの上に、アルミニウムを1000

Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図4に示すような素子構成の発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0072】（実施例3）ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様に行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物として【化2】に示すBCzVB1（出光興産（株）製）、キャリア輸送助剤としてバソクブロイン（株式会社同仁化学研究所製；BCP）をモル比50：50の割合で400Å厚に共蒸着し、有機発光層1を形成した。

【0073】

【化2】



【0074】次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50：50の割合で200Å厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

【0075】さらにこの上に、アルミニウムを1000Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図4に示すような素子構成の発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大視感効率は、印加電圧3.5V、輝度140cd/m²において、3lm/Wであった。また上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0076】（実施例4）発光をつかさどる有機化合物としてBCzVB1、キャリア輸送助剤としてCBPをモル比50：50の割合で400Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様にして発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0077】（実施例5）ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様に行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物として上記化合物A、キャリア輸送助剤としてAlq3をモル比50：50の割合で50Å厚に共蒸着し、有機発光層1aを形成した。次にこの上に、発光をつかさどる有機化合物としてBCzVB1と、キャリア輸送助剤としてBCPをモル比50：50の割合で150Å厚に共蒸着し、有機発光層1bを形成した。

【0078】この後、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50：50の割合で200Å厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

【0079】さらにこの上に、アルミニウムを1000Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図8に示すような素子構成の発光素子を得た。このように

して得た発光素子の発光色は白色であった。そして上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率及び発光色色度の再現性は非常に良好であった。

【0080】（比較例1）上記化合物Aと、Alq3とをモル比5：95の割合で400Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様にして発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率がばらつき、再現性に乏しいものであった。

【0081】（比較例2）上記化合物Aを単独で200Å厚に蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様にして発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大視感効率は、印加電圧5V、輝度0.1cd/m²において、2.3lm/Wであり、実施例1の発光素子に比して効率が劣るものであった。

【0082】（比較例3）BCzVB1と、BCPとをモル比4：96の割合で400Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様にして発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返して発光素子を作製したところ、発光効率がばらつき、再現性に乏しいものであった。

【0083】（比較例4）BCzVB1を単独で400Å厚に蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様にして発光素子を得た。このようにして得た発光素子は15Vの電圧を印加してもほとんど発光しなかった。

【0084】（比較例5）発光をつかさどる有機化合物としてBCP、キャリア輸送助剤としてAlq3をモル比50：50の割合で400Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様にして発光素子を得た。このようにして得た発光素子では、Alq3のエネルギーギャップがBCPより小さいので、Alq3に由来する発光のみ観測され、BCP由来の発光は観測されなかった。

【0085】（比較例6）実施例1において、ITO基板4の上にホール輸送層5を設けず、Alq3と、BCPとをモル比50：50の割合で400Å厚に共蒸着して有機発光層1を形成した。

【0086】次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50：50の割合で200Å厚に共蒸着して、ホールブロック層7を形成し、さらにこの上に、アルミニウムを1000Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、発光素子を得た。このようにして得た発光素子は15Vの電圧を印加してもほとんど発光しなかった。

【0087】

【表1】

	エネルギーギャップ (eV)	IP (eV)	EA (eV)
NPD	2.0	5.4	2.9
BCzVBi	2.0	5.9	2.6
Alq3	2.8	5.9	3.1
化合物A	2.6	6.4	3.1
BCP	3.3	6.0	2.7
DBP	3.1	6.3	3.2

【0088】

* * 【表2】

	HTL	有機発光層 ¹⁾		エネルギーギャップ(eV)		電位の差		電子輸送
		発光をつかさどる 有機化合物	キャリア 輸送剤	発光をつかさどる 有機化合物	輸送 効率	IP _{don} -IP _{acc} (eV)	E _{Acceptor} -E _{Acceptor} (eV)	
実施例1	NPD	化合物A(H50)	Alq3(E50)	2.3	<	2.8	0.9	HTL/EML/ETL
実施例2	NPD	Alq3(E50)	BCP(E50)	2.8	<	3.1	0.1	HTL/EML/HBL
実施例3	NPD	BCzVBi(H50)	BCP(E50)	3.0	<	3.0	0.2	HTL/EML/HBL
実施例4	NPD	BCzVBi(H50)	BCP(E50)	3.0	<	3.1	0.2	HTL/EML/HBL

注1: H, E, S はそれぞれホール輸送性、電子輸送性、バイポーラ性。1) 表に記した数字は輸送比率を意味する
 注2: HTL, EML, ETL, HBL はそれぞれ、ホール輸送層、有機発光層、電子輸送層、ホールブロック層を意味する

【0089】

* * 【表3】

	HTL	有機発光層1		有機発光層2		電子輸送
		発光をつかさどる 有機化合物1	キャリア 輸送剤1	発光をつかさどる 有機化合物2	キャリア 輸送剤2	
実施例5	NPD	化合物A(H50)	Alq3(E50)	BCzVBi(H50)	BCP(E50)	HTL/EML1/EML2/HBL

【0090】

【表4】

層	材料	有機発光層		エネルギーギャップ(eV)		単位の間隔		電子輸送
		ホスト材料	ドープ材料	ホスト材料	ドープ材料	E_{HOMO}	E_{LUMO}	
比較例1	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL
比較例2	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL
比較例3	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL
比較例4	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL
比較例5	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL
比較例6	HTL	NPB	NPB	2.3	2.3	0.0	0.0	HTL/EM/ETL

注1: H, E, Bはそれぞれホール輸送性、電子輸送性、バイポーラ性を、[]の値は組成比を示す。
注2: HTL, EM, ETLはそれぞれ、ホール輸送層、有機発光層、電子輸送層、ホールブロック層を意味する。

* 一下の間に有機発光層を備えて形成される発光素子において、有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル%以上99.9モル%以下であり、かつキャリア輸送剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とするものであり、ホスト材料への微量のゲスト材料の導入や、超薄膜の積層という工程を不要にすることができ、発光特性や発光色調などの変動を小さくして、再現性を良好に得ることができるものである。

【0092】また、発光色が異なる複数種の発光をつかさどる有機化合物を混合して有機発光層を形成したり、発光色が異なる発光をつかさどる有機化合物からなる有機発光層を複数積層して多色化した場合にも、色調の再現性がよいものになるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

20 【図2】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図3】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図4】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図5】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

30 【図7】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図8】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

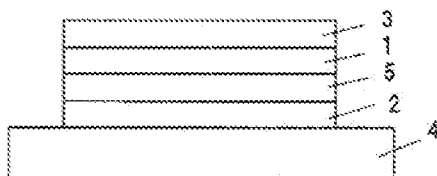
【符号の説明】

- 1 有機発光層
- 2 アノード
- 3 カソード
- 4 基板
- 5 ホール輸送層
- 6 電子輸送層
- 7 ホールブロック層

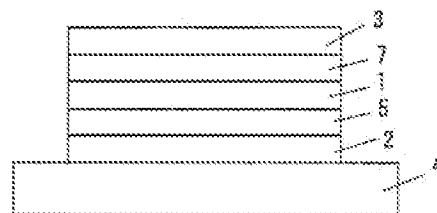
【0091】

【発明の効果】上記のように本発明は、アノードとカソード

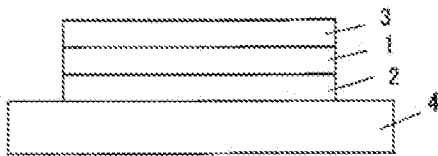
【図2】



【図4】

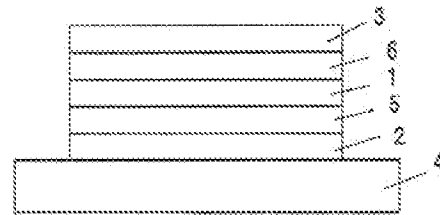


【図1】

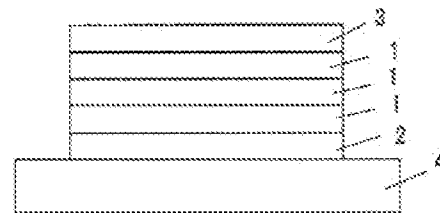


- 1 有機発光層
2 アノード
3 カソード
4 基板

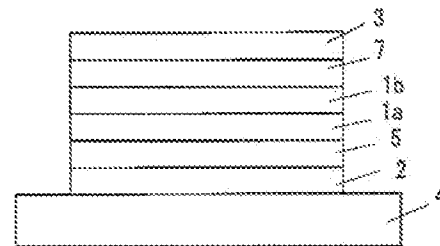
【図3】



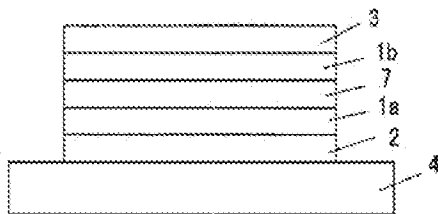
【図6】



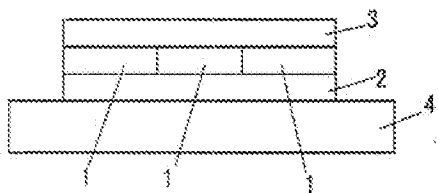
【図8】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 城戸 淳二
山形県米沢市中央2丁目6番6号 サンロ
ード米沢中央408

(72)発明者 椿 健治
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 近藤 行廣
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 岸上 泰久
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 河野 謙司
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB11 AB18 DB03 FA01